(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年10月25日(25.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/193640 A1

(51) 国際特許分類:
F16F 15/02 (2006.01) *F16F 15/04* (2006.01)
F16F 15/03 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/025673

(22) 国際出願日： 2017年7月14日(14.07.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

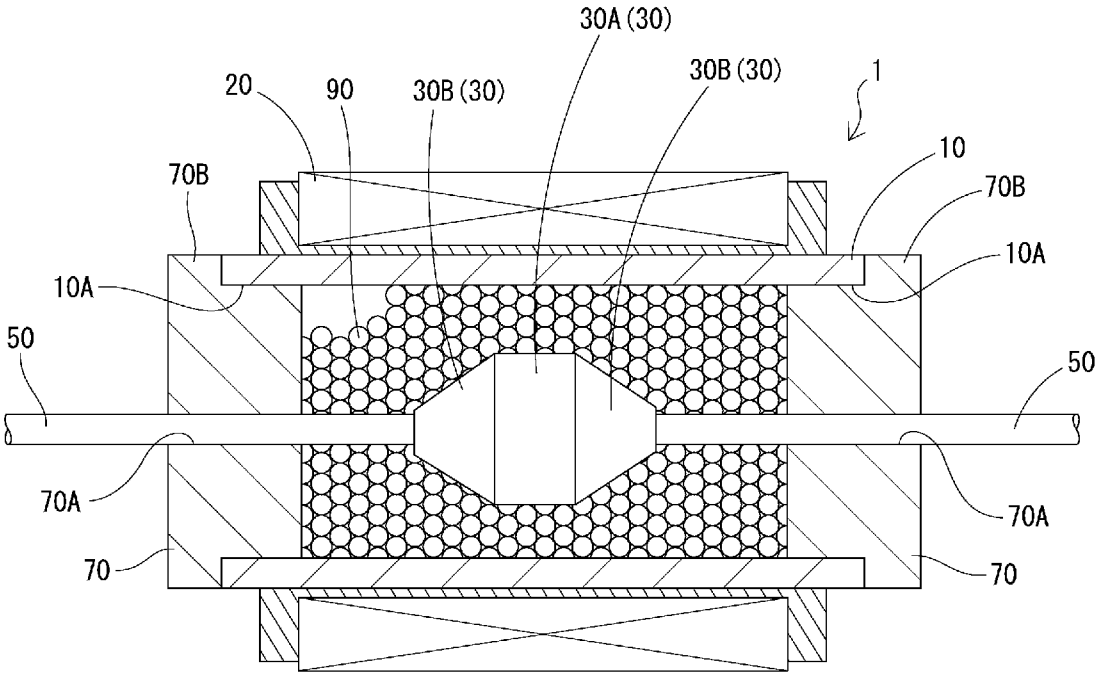
(30) 優先権データ：
特願 2017-082519 2017年4月19日(19.04.2017) JP

(71) 出願人: ＫＹＢ株式会社(KYB CORPORATION) [JP/JP]; 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目４番１号 世界貿易センタービル Tokyo (JP). 国立大学法人名古屋工業大学 (NAGOYA INSTITUTE OF TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒4668555 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市２９番 Aichi (JP).

(72) 発明者: 太田 晶久(OOTA, Akihisa); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目４番１号 世界貿易センタービル ＫＹＢ株式会社内 Tokyo (JP). 関根 伸一(SEKINE, Shinichi); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目４番１号 世界貿易センタービル ＫＹＢ株式会社内 Tokyo (JP). 豊内 敦士(TOYOUCHI, Atsushi); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目４番１号 世界貿易センタービル ＫＹＢ株式会社内 Tokyo (JP). 福沢 祐二(FUKUZAWA, Yuji); 〒3890688 長野県埴科郡坂城町坂城９１６５ ＫＹＢ－ＹＳ株式会社内 Nagano (JP). 井門 康司

(54) **Title:** DAMPER

(54) 発明の名称： ダンパ



(57) **Abstract:** Provided is a damper which is capable of successfully generating damping force and which enables the damping force to be easily adjusted. This damper is provided with a cylinder (10), a rod (50), a plurality of elastomeric granules (90), and a magnetic field generation section (20). The rod (50) capable of reciprocating in the direction of an axis or capable of rotating about the axis protrudes to the outside of the cylinder (10). The elastomeric granules (90) have the characteristics of a permanent magnet, are elastic, and are filled into the cylinder (10). The magnetic field generation section (20) generates a predetermined magnetic field within the cylinder (10).

WO 2018/193640 A1

［続葉有］

(IDO, Yasushi); 〒4668555 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市２９番 国立大学法人名古屋工業大学内 Aichi (JP). 岩本 悠宏 **(IWAMOTO, Yuhiro)**; 〒4668555 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市２９番 国立大学法人名古屋工業大学内 Aichi (JP).

(74) 代理人：特許業務法人グランダム特許事務所 **(GRANDOM PATENT LAW FIRM)**; 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄二丁目４番１号 広小路栄ビルディング３階 Aichi (JP).

(81) 指定国（表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能）：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国（表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能）：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：良好に減衰力を発生し、且つこの減衰力を容易に調節することができるダンパを提供する。 ダンパは、シリンダ（１０）、ロッド（５０）、エラストマ粒子（９０）、及び磁界生成部（２０）を備えている。シリンダ（１０）は、軸方向に往復移動自在又は軸周りに回転自在なロッド（５０）が外部に突出している。エラストマ粒子（９０）は永久磁石の特性及び弾性を有しており、複数がシリンダ（１０）に充填されている。磁界生成部（２０）はシリンダ（１０）内に所定の磁界を生成する。

明　細　書

発明の名称 ： ダンパ

技術分野

[0001] 本発明はダンパに関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献１は従来のダンパ（ｄａｍｐｅｒ）を開示している。このダンパは、シリンダ（ｃｙｌｉｎｄｅｒ）と一対のキャップ（ｃａｐ）に囲まれた空間に粒状体である鋼球が充填されており、ピストン（ｐｉｓｔｏｎ）がロッド（ｒｏｄ）の動きに伴って、粒状体が充填された中をシリンダに対して相対的に変位する構造になっている。一対のキャップはそれぞれ一対のスプリング（ｓｐｒｉｎｇ）により常に粒状体が収納されている空間の体積が減少する方向に付勢されている。また、シリンダの外周には電磁石が設けられている。

このダンパはシリンダに対してピストンが相対的に変位するようにロッドを変位させると、粒状体がピストンの動きに伴って流動して粒状体同士や、粒状体とピストン等とで摩擦力が発生し、それにより減衰力が発生する。具体的には、粒状体を流動させるために必要な力が、スプリングからキャップが付勢されている力よりも大きくなると、この力とスプリングからキャップが付勢されている力が釣り合う位置までキャップが変位する。キャップが変位すると、粒状体が充填されているケース内の容積が増加してシリンダ内に空隙ができる。これにより、このダンパは粒状体の流動が促進され、ピストンが粒状体を押しのけて動いて減衰力を発生する。

さらに、このダンパの電磁石に電流を流すと、電磁石の磁力線の方向に沿った方向の粒状体の結合力が強まる。これにより粒状体間の摩擦力が大きくなり、これに従いダンパの減衰力も大きくなる。これにより、このダンパは電磁石に流れる電流の大きさを制御することによって、発生する減衰力の特性を変更することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１１－２１６４８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１のダンパは粒状体である鋼球がシリンダ内に充填されている。鋼球は可撓性を有していない。このため、一対のキャップにより圧縮される粒状体は、隣り合う粒状体同士が焼きつくおそれがある。これにより、このダンパはシリンダ内を粒状体が流動できなくなり、ピストンの動きが妨げられて減衰力を発生できなくなるおそれがある。

[0005] 本発明は、上記従来の実情に鑑みてなされたものであって、良好に減衰力を発生し、且つ発生する減衰力の大きさを容易に調節することができるダンパを提供することを解決すべき課題としている。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のダンパは、ケース（ｃａｓｅ）、ロッド、粒子、及び磁界生成部を備えている。ケースからは、軸方向に往復移動自在又は軸周りに回転自在なロッドが外部に突出している。粒子は永久磁石の特性及び弾性を有しており、複数がケースに充填されている。磁界生成部はケース内に所定の磁界を生成する。

[0007] 本発明のダンパの磁界生成部はケース内に生成する磁界の強さを変更自在であり得る。

[0008] 本発明のダンパはケース内に配置され、軸方向に往復移動自在なロッドに連結され、ロッドと共にケース内を往復移動するピストンを備え得る。

[0009] 本発明のダンパはケース内に配置され、軸周りに回転自在なロッドに連結され、ロッドと共にケース内で回転する回転子を備え得る。

[0010] ピストンは、永久磁石の特性を有し得る。

[0011] 回転子は、永久磁石の特性を有し得る。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施形態１のダンパを示す断面図である。

[図2]実施形態１のダンパのケース内に充填される粒状体の模式図である。

[図3]実施形態１のダンパの磁界生成部に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させた場合において、シリンダの中心軸付近における磁束密度の大きさを示すグラフ（ｇｒａｐｈ）であって、（Ａ）はシリンダの中心軸方向の磁束密度の大きさを示し、（Ｂ）はシリンダの中心軸に直交する方向（放射方向）の磁束密度の大きさを示す。

[図4]実施形態１のダンパの磁界生成部に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させた場合において、ロッドをシリンダの中心軸方向に往復移動させる速度（以降、周波数という）の大きさを所定の大きさ毎に変化させたときのロッドのシリンダに対する変位量と減衰力との関係を示すグラフであって、（Ａ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０Ａである場合を示し、（Ｂ）は磁界生成部に流す電流の大きさが２Ａである場合を示し、（Ｃ）は磁界生成部に流す電流の大きさが４Ａである場合を示し、（Ｄ）は磁界生成部に流す電流の大きさが６Ａである場合を示す。

[図5]実施形態１のダンパの磁界生成部に流す電流の大きさが０、３、６Ａである場合において、周波数の大きさを１～５Ｈｚの間で、１Ｈｚ毎に変化させたときのそれぞれに対する減衰エネルギーの大きさを示すグラフである。

[図6]周波数１Ｈｚの場合において、実施形態１のダンパの磁界生成部に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させたときのロッドのシリンダに対する変位量と減衰力との関係を示すグラフであって、（Ａ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、１、２、３Ａである場合を示し、（Ｂ）は磁界生成部に流す電流の大きさが３、４、５、６Ａである場合を示し、（Ｃ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、３、６Ａである場合を示す。

[図7]周波数３Ｈｚの場合において、実施形態１のダンパの磁界生成部に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させたときのロッドのシリンダに対する変位量と減衰力との関係を示すグラフであって、（Ａ）は磁界生成部に流

す電流の大きさが０、１、２、３Ａである場合を示し、（Ｂ）は磁界生成部に流す電流の大きさが３、４、５、６Ａである場合を示し、（Ｃ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、３、６Ａである場合を示す。

[図8]周波数５Ｈｚの場合において、実施形態１のダンパの磁界生成部に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させたときのロッドのシリンダに対する変位量と減衰力との関係を示すグラフであって、（Ａ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、１、２、３Ａである場合を示し、（Ｂ）は磁界生成部に流す電流の大きさが３、４、５、６Ａである場合を示し、（Ｃ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、３、６Ａである場合を示す。

[図9]実施形態１のダンパの周波数が１、３、５Ｈｚである場合において、磁界生成部に流す電流の大きさを０～６Ａの間で、１Ａ毎に変化させたときの減衰エネルギーの大きさを示すグラフである。

[図10]実施形態２のダンパを示す断面図であって、（Ａ）は回転子の中心軸方向の断面図であり、（Ｂ）は図１０（Ａ）におけるＡ－Ａ断面図である。

[図11]実施形態３、４のダンパを示す断面図であって、（Ａ）はピストン内に磁石が設けられた様子を示し、（Ｂ）は回転子内に磁石が設けられた様子を示す。

[図12]他の実施形態のダンパを示す断面図であって、（Ａ）は磁界生成部がピストン内に設けられた様子を示し、（Ｂ）は円環状をなした複数の磁界生成部が回転子内に設けられた様子を示す。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明のダンパを具体化した実施形態１～４について、図面を参照しつつ説明する。

[0014] ＜実施形態１＞

実施形態１のダンパ１は、図１に示すように、ケースであるシリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、一対のロッドガイド（ｒｏｄ　ｇｕｉｄｅ）７０、複数の粒子であるエラストマ（ｅｌａｓｔｏｍｅｒ）粒子９０、及び磁界生成部２０を備えている。

[0015] シリンダ１０は両端が開口した筒状である。ピストン３０は中央部３０Ａ及び両端部３０Ｂを有している。中央部３０Ａは円柱形状である。両端部３０Ｂは中央部３０Ａの両端面から離れる方向に外径が徐々に小さくなる円錐台形状である。ピストン３０の外周面とシリンダ１０の内周面との間には所定の隙間が形成されている。ピストン３０はシリンダ１０内に配置されている。

[0016] ロッド５０は円柱状をなしている。ロッド５０は、ピストン３０の両端部３０Ｂの先端に連続し、ピストン３０の両方向に伸びている。ロッド５０はシリンダ１０の中心軸方向に伸びてシリンダ１０の両端のそれぞれの開口端部１０Ａからシリンダ１０の外部に突出している。つまり、ピストン３０はロッド５０に連結されている。ロッドガイド７０は外周に鍔部７０Ｂを有した円盤状をなしており、シリンダ１０の両端部のそれぞれの開口端部１０Ａを閉鎖するようにそれぞれの開口端部１０Ａに連結されている。これらロッドガイド７０は、円盤状の中心に円盤状の板厚方向に貫通して貫通孔７０Ａが設けられている。貫通孔７０Ａの内径はロッド５０の外径より僅かに大きい。貫通孔７０Ａは、ロッドガイド７０がシリンダ１０の両端のそれぞれの開口端部１０Ａに固定された状態で、シリンダ１０の中心軸方向に貫通している。これらロッドガイド７０の貫通孔７０Ａにはロッド５０が往復移動自在に挿通している。ロッド５０及びピストン３０は共にシリンダ１０内をシリンダ１０の中心軸方向に往復移動自在である。また、シリンダ１０、ピストン３０、ロッド５０、及び一対のロッドガイド７０は非磁性体である。

[0017] 複数のエラストマ粒子９０は、図２に示すように、球形状をなしている。これらエラストマ粒子９０はデュロメータタイプ（ｄｕｒｏｍｅｔｅｒ　ｔｙｐｅ）Ａ硬度（以下、硬度という）が６０であるシリコーンゴム（ｓｉｌｉｃｏｎｅ　ｒｕｂｂｅｒ）製の弾性体である。また、これらエラストマ粒子９０にはネオジム（ｎｅｏｄｙｍｉｕｍ）（Ｎｄ）粒子９０Ａが含有されている。これらエラストマ粒子９０に含有されているネオジム（Ｎｄ）粒子９０Ａの量はおよそ６０ｗｔ．％（１７．７８ｖｏｌ．％）である。ネオジ

ム（Ｎｄ）粒子９０Ａは磁性を有している。つまり、エラストマ粒子９０は磁性及び弾性を有している。こうして形成されたこれらエラストマ粒子９０は着磁されて磁力を有している。すなわち、これらエラストマ粒子９０は永久磁石の特性を有している。これらエラストマ粒子９０は６０％の充填率でシリンダ１０と一対のロッドガイド７０とで囲まれた空間（すなわち、シリンダ１０内）に充填されている。

ここで、充填率は下記（１）式にて表される。なお、充填体積とはエラストマ粒子９０を充填する空間の体積である。

[0018] [数1]

$$\text{充填率} = \frac{\text{エラストマ粒子90の質量}}{\text{充填体積} \times \text{エラストマ粒子90の密度}} \quad \cdots(1)$$

[0019] 磁界生成部２０は表面を絶縁膜で被覆した金属線を同軸に複数回巻いて、径方向に所定の幅を有し、シリンダ１０の外径よりも僅かに大きい内径である円筒状に束ねたものである。また、磁界生成部２０の金属線は両端のそれぞれが引き出されており電流が流れる構成となっている（図示せず。）。磁界生成部２０は、磁界生成部２０の円筒状の内側がシリンダ１０の外周面に沿うようにシリンダ１０を挿入し、シリンダ１０の外周面に配置されている。

[0020] こうして形成されたダンパ１はシリンダ１０の中心軸方向にピストン３０が往復移動する際、エラストマ粒子９０がピストン３０の外周面とシリンダ１０の内周面との間の所定の隙間を通過して移動する。このとき、シリンダ１０の内周面とシリンダ１０の内周面に当接するエラストマ粒子９０との間、隣接するエラストマ粒子９０同士の間、及びロッド５０及びピストン３０の外周面とロッド５０及びピストン３０の外周面に当接するエラストマ粒子９０との間に摩擦力が発生する。また、ピストン３０が移動する側に位置するエラストマ粒子９０がピストン３０によって押し潰される。このとき、ピストン３０によって押し潰されたエラストマ粒子９０が発生する弾性反発力

によってピストン３０を押し返す。つまり、ダンパ１はこうして生じる摩擦力や、弾性反発力に基づいて減衰力が発生する。

[0021] また、ダンパ１の磁界生成部２０から引き出された金属線に所定の大きさの電流を流すと磁界生成部２０の周囲に磁界が生成される。このとき、シリンダ１０内には磁界生成部２０で生成された磁界によって、シリンダ１０の中心軸方向に磁力線が伸びるように所定の磁界が生成される。これにより、シリンダ１０内に充填されたエラストマ粒子９０は互いの結合力がより強まる。これによりエラストマ粒子９０間の摩擦力が大きくなるため、これに従いダンパ１の減衰力が大きくなる。また、磁界生成部２０から引き出された金属線に流す電流の大きさを変更することによってシリンダ１０内に生成する磁界の強さを変更自在である。これにより、ダンパ１は、磁界生成部２０が生成する磁界の強さを変更するとエラストマ粒子９０同士の結合力が変化し、減衰力の大きさを所望の大きさに容易に変更することができる。

[0022] 次に、ダンパ１の磁界生成部２０に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させた場合におけるシリンダ１０の中心軸付近における磁束密度の大きさを測定した結果を図３（Ａ）、（Ｂ）に示す。具体的には、ダンパ１の磁界生成部２０に流す電流の大きさを１～６Ａ（アンペア（ａｍｐｅｒｅ））の間で、１Ａ毎に変化させて磁束密度を測定した。図３（Ａ）はシリンダ１０の中心軸方向の磁束密度の大きさを示し、図３（Ｂ）はシリンダ１０の中心軸に直交する方向（放射方向）の磁束密度の大きさを示す。

[0023] 図３（Ａ）に示すように、磁界生成部２０に流れる電流の大きさが１～６Ａのいずれの大きさの場合においても、シリンダ１０の中心軸方向の磁束密度は一対のロッドガイド７０のそれぞれの近傍が最も小さく、シリンダ１０の中心軸方向の中央に向かうに従い大きくなっている。また、磁界生成部２０に流れる電流の大きさが大きいほうが磁束密度の大きさがより大きくなる。

[0024] また、図３（Ｂ）に示すように、磁界生成部２０に流れる電流の大きさが１～６Ａのいずれの大きさの場合においても、一方のロッドガイド７０の近

傍から他方のロッドガイド７０の近傍に向かうにつれて、シリンダ１０の中心軸に直交する方向（放射方向）の磁束密度はそれぞれが所定の度合いで大きくなっている。具体的には、一方のロッドガイド７０の近傍からシリンダ１０の中心軸方向の中央までの区間に位置する磁力線が伸びる方向にはシリンダ１０の中心軸から離れる方向（放射方向）の成分が含まれている。また、他方のロッドガイド７０の近傍からシリンダ１０の中心軸方向の中央までの区間に位置する磁力線が伸びる方向にはシリンダ１０の中心軸に近づく方向（放射方向）の成分が含まれている。また、磁界生成部２０に流れる電流の大きさが１～６Ａのいずれの大きさの場合においても、シリンダ１０の中心軸方向の中央の磁束密度はほぼ０である。つまり、シリンダ１０の中心軸方向の中央に位置する磁力線が伸びる方向はシリンダ１０の中心軸方向にほぼ平行である。また、磁界生成部２０に流れる電流の大きさが大きいほうが、磁束密度が大きくなる度合いがより大きくなる。

[0025] 次に、ダンパ１の磁界生成部２０に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させた場合において、ロッド５０をシリンダ１０の中心軸方向に往復移動させる速度（以降、周波数という）の大きさを所定の大きさ毎に変化させたときのロッド５０のシリンダ１０に対する変位量と減衰力との関係を図４（Ａ）～（Ｄ）に示す。具体的には、ダンパ１の磁界生成部２０に０、２、４、６Ａの大きさの電流を流した場合のそれぞれにおいて、周波数の大きさを１～５Ｈｚ（ヘルツ（ｈｅｒｔｚ））の間で、１Ｈｚ毎に変化させて減衰力を測定した。なお、それぞれのグラフに囲まれた面積は、往復移動するロッド５０及びピストン３０が有する振動エネルギー（ｅｎｅｒｇｙ）からダンパ１が吸収したエネルギーの大きさに相当する。つまり、グラフに囲まれた面積が大きいほど、ダンパ１が吸収したエネルギーの大きさが大きい（すなわち、発生する減衰力が大きい。）。また、グラフに囲まれた面積が小さいほど、ダンパ１が吸収したエネルギー（以降、減衰エネルギーという）の大きさが小さい（すなわち、発生する減衰力が小さい。）。図４（Ａ）～（Ｄ）に示すように、周波数が大きくなるに従いグラフに囲まれた面積が大き

くなっている。つまり、ダンパ１は周波数が大きくなるほど減衰エネルギーが大きく（すなわち、発生する減衰力が大きく）なる。

[0026] 次に、磁界生成部２０に流す電流の大きさが所定の大きさである場合において、周波数の大きさと減衰エネルギーの大きさとの関係を図５に示す。具体的には、ダンパ１の磁界生成部２０に０、３、６Ａの大きさの電流を流したそれぞれの場合において、周波数の大きさを１～５Ｈｚの間で、１Ｈｚ毎に変化させたときの減衰エネルギーを測定した。図５に示すように、磁界生成部２０に流れる電流の大きさが０、３、６Ａのいずれの場合においても周波数が大きくなるに従い減衰エネルギーが大きくなっている。つまり、ダンパ１は、図５からも、周波数が大きくなるほど発生する減衰力が大きくなることがわかる。

[0027] 次に、周波数１Ｈｚの場合においてダンパ１の磁界生成部２０に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させたときのロッド５０のシリンダ１０に対する変位量と減衰力との関係を図６（Ａ）～（Ｃ）に示す。具体的には、図６（Ａ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、１、２、３Ａである場合を示し、図６（Ｂ）は磁界生成部に流す電流の大きさが３、４、５、６Ａである場合を示し、図６（Ｃ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、３、６Ａである場合を示す。

図６（Ａ）～（Ｃ）に示すように、磁界生成部２０に流す電流の大きさが大きくなるに従いグラフに囲まれた面積が大きくなっている。つまり、ダンパ１は磁界生成部２０に流す電流の大きさが大きくなる（すなわち、シリンダ１０内に生成される磁界が強くなる）ほど、減衰エネルギーが大きくなる。

[0028] 次に、周波数３Ｈｚの場合においてダンパ１の磁界生成部２０に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させたときのロッド５０のシリンダ１０に対する変位量と減衰力との関係を図７（Ａ）～（Ｃ）に示す。具体的には、図７（Ａ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、１、２、３Ａである場合を示し、図７（Ｂ）は磁界生成部に流す電流の大きさが３、４、５、６Ａである場合を示し、図７（Ｃ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、３、６

Ａである場合を示す。図７（Ａ）～（Ｃ）からも、磁界生成部２０に流す電流の大きさが大きくなるに従いグラフに囲まれた面積が大きくなっていることがわかる。つまり、図７（Ａ）～（Ｃ）からも、ダンパ１は磁界生成部２０に流す電流の大きさが大きくなる（すなわち、シリンダ１０内に生成される磁界が強くなる）ほど、減衰エネルギーが大きくなることがわかる。

[0029] 次に、周波数５Ｈｚの場合においてダンパ１の磁界生成部２０に流す電流の大きさを所定の大きさ毎に変化させたときのロッド５０のシリンダ１０に対する変位量と減衰力との関係を図８（Ａ）～（Ｃ）に示す。具体的には、図８（Ａ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、１、２、３Ａである場合を示し、図８（Ｂ）は磁界生成部に流す電流の大きさが３、４、５、６Ａである場合を示し、図８（Ｃ）は磁界生成部に流す電流の大きさが０、３、６Ａである場合を示す。図８（Ａ）～（Ｃ）からも、磁界生成部２０に流す電流の大きさが大きくなるに従いグラフに囲まれた面積が大きくなっていることがわかる。つまり、図８（Ａ）～（Ｃ）からも、ダンパ１は磁界生成部２０に流す電流の大きさが大きくなる（すなわち、シリンダ１０内に生成される磁界が強くなる）ほど、減衰エネルギーが大きくなることがわかる。

[0030] 次に、周波数の大きさが所定の大きさである場合において、磁界生成部２０に流す電流の大きさと減衰エネルギーの大きさとの関係を図９に示す。具体的には、ダンパ１の周波数が１、３、５Ｈｚの場合のそれぞれにおいて、磁界生成部２０に流す電流の大きさを０～６Ａの間で、１Ａ毎に変化させたときの減衰エネルギーを測定した。図９に示すように、周波数１、３、５Ｈｚのいずれの場合においても磁界生成部２０に流す電流の大きさが大きくなるに従い減衰エネルギーが大きくなっている。

[0031] このように、ダンパ１は、ロッド５０及びピストン３０がシリンダ１０の中心軸方向に往復移動する際、シリンダ１０内に充填された永久磁石の特性及び弾性を有する複数のエラストマ粒子９０が弾性変形する。この際に生じるエラストマ粒子９０同士の摩擦力や、エラストマ粒子９０の弾性反発力によって、ダンパ１は減衰力を発生する。また、エラストマ粒子９０が弾性を

有しているため、隣り合うエラストマ粒子９０同士が互いに弾性変形することによって、エラストマ粒子９０同士が焼きつき難い。

また、磁界生成部２０によってシリンダ１０内に生成される磁界、及び各エラストマ粒子９０が有する永久磁石の特性によって、複数のエラストマ粒子９０同士の結合力が強まる。これにより複数のエラストマ粒子９０同士の摩擦力がより大きくなるため、これに従いダンパ１の減衰力もより大きくなる。

[0032] したがって、本発明のダンパ１は良好に減衰力を発生し、且つこの減衰力を容易に調節することができる。

[0033] また、ダンパ１のエラストマ粒子９０は永久磁石の特性を有している。このため、ダンパ１は、磁界生成部２０によってシリンダ１０内に生成される磁界による結合力に加えて、各エラストマ粒子９０が有する永久磁石の特性によって複数のエラストマ粒子９０同士の結合力が強まるため、より大きな減衰力を発生することができる。

[0034] また、ダンパ１の磁界生成部２０はシリンダ１０内に生成する磁界の強さを変更自在である。このため、ダンパ１は磁界生成部２０が生成する磁界の強さを変更するとエラストマ粒子９０同士の結合力が変化し、減衰力の大きさを所望の大きさに容易に変更することができる。

[0035] また、ダンパ１はシリンダ１０内に配置され、シリンダ１０の中心軸方向に往復移動自在なロッド５０に連結され、ロッド５０と共にシリンダ１０内を往復移動するピストン３０を備えている。このため、ピストン３０がシリンダ１０内に充填されたエラストマ粒子９０を押しのけて動く。このため、ダンパ１はピストン３０を備えていない場合に比べてより大きな減衰力を発生することができる。

[0036] ＜実施形態２＞

実施形態２のダンパ１１は、図１０（Ａ）、（Ｂ）に示すように、ケースであるシリンダ１１０の形状、ロッドガイド１７０の形状、ロッド１５０及び回転子４０が軸周りであるシリンダ１１０の中心軸周りに回転する点、磁

界生成部１２０の形状、及び磁界生成部１２０のシリンダ１１０に対する配置等が実施形態１と相違する。他の構成は実施形態１と同一であり、同一の構成は同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0037] シリンダ１１０は、図１０（Ａ）、（Ｂ）に示すように、両端が開口した筒状である。

[0038] ロッドガイド１７０である第１ロッドガイド１７１は円盤状であり、シリンダ１１０の一方の端面に他方の面を当接させてシリンダ１１０の一方側を閉鎖するようにシリンダ１１０に連結されている。第１ロッドガイド１７１の円盤状の中心には板厚方向に貫通して第１貫通孔１７１Ａが設けられている。また、第１ロッドガイド１７１の他方の面側の第１貫通孔１７１Ａには第１貫通孔１７１Ａの内周面から内方向に平板状に伸びる第１付当て部１７１Ｂが形成されている。第１付当て部１７１Ｂの内径は後述するロッド１５０の外径より僅かに大きい。第１貫通孔１７１Ａにはシールドベアリング（ｓｈｉｅｌｄ　ｂｅａｒｉｎｇ）６０が嵌め込まれており、シールドベアリング６０の片方の面が第１付当て部１７１Ｂの一方の面に当接している。

[0039] ロッドガイド１７０である第２ロッドガイド１７２は円盤状であり、シリンダ１１０の他方の端面に一方の面を当接させてシリンダ１１０の他方側を閉鎖するようにシリンダ１１０に連結されている。第２ロッドガイド１７２の円盤状の中心には板厚方向に貫通して第２貫通孔１７２Ａが設けられている。また、板厚方向に貫通する第２貫通孔１７２Ａの中間部には第２貫通孔１７２Ａの内周面から内方向に平板状に伸びる第２付当て部１７２Ｂが形成されている。第２付当て部１７２Ｂの内径はロッド１５０の外径より僅かに大きい。また、第２貫通孔１７２Ａの内径は、第２付当て部１７２Ｂの一方の面から第２ロッドガイド１７２の一方の面までの間（以降、第２貫通孔１７２Ａの一方側という）に比べて、第２付当て部１７２Ｂの他方の面から第２ロッドガイド１７２の他方の面までの間（以降、第２貫通孔１７２Ａの他方側という）の方が小さい。第２貫通孔１７２Ａの他方側にはシールドベアリング６０が嵌め込まれており、シールドベアリング６０の片方の面が第２

付当て部１７２Ｂの他方の面に当接している。

[0040] ロッドガイド１７０である第３ロッドガイド１７３は第１ロッドガイド１７１、及び第２ロッドガイド１７２より厚い円盤状である。また、第３ロッドガイド１７３は円盤状の外径がシリンダ１１０の内径とほぼ同じである。第３ロッドガイド１７３は円盤状の一方の面を第１ロッドガイド１７１の他方の面に当接させて、シリンダ１１０の一方の開口端部１１０Ａに嵌め込まれて第１ロッドガイド１７１に連結されている。第３ロッドガイド１７３の円盤状の中心には板厚方向に貫通して第３貫通孔１７３Ａが設けられている。また、第３ロッドガイド１７３の他方の面側の第３貫通孔１７３Ａには第３貫通孔１７３Ａの内周面から内方向に平板状に伸びる第３付当て部１７３Ｂが形成されている。第３付当て部１７３Ｂの内径は後述する回転子４０の第１端部４０Ｂの外径より僅かに大きい。

[0041] ロッドガイド１７０である第４ロッドガイド１７４は第１ロッドガイド１７１、及び第２ロッドガイド１７２より厚く、第３ロッドガイド１７３より薄い円盤状である。また、第４ロッドガイド１７４は円盤状の外径がシリンダ１１０の内径とほぼ同じである。第４ロッドガイド１７４は円盤状の他方の面を第２ロッドガイド１７２の一方の面に当接させて、シリンダ１１０の他方の開口端部１１０Ａに嵌め込まれて第２ロッドガイド１７２に連結されている。第４ロッドガイド１７４の円盤状の中心には板厚方向に貫通して第４貫通孔１７４Ａが設けられている。また、第４ロッドガイド１７４の一方の面側の第４貫通孔１７４Ａには第４貫通孔１７４Ａの内周面から内方向に平板状に伸びる第４付当て部１７４Ｂが形成されている。第４付当て部１７４Ｂの内径は回転子４０の第２端部４０Ｃの外径より僅かに大きい。

[0042] 回転子４０は中央部４０Ａ、第１端部４０Ｂ、及び第２端部４０Ｃを有している。中央部４０Ａは第３ロッドガイド１７３の他方の面と第４ロッドガイド１７４の一方の面との間に配置されており、シリンダ１１０の中心軸に直交する断面形状が正方形状をなしている（図１０（Ｂ）参照。）。また、正方形状を形成する四つの面の内の隣り合う二面の間には稜（以降、稜とい

う）が形成されている。

[0043] また、中央部４０Ａのシリンダ１１０の中心軸方向の両端のそれぞれにはシリンダ１１０の中心軸に直交する第１平面４０Ｄが形成されている。

[0044] 第１端部４０Ｂ及び第２端部４０Ｃはそれぞれが円柱状をなして、中央部４０Ａの２つの第１平面４０Ｄのそれぞれの中央から互いに反対向きに伸びている。また、これら第１端部４０Ｂ及び第２端部４０Ｃの中央部４０Ａから離れた側にはシリンダ１１０の中心軸に直交する第２平面４０Ｅが形成されている。

[0045] ロッド１５０は第１端部４０Ｂ及び第２端部４０Ｃの第２平面４０Ｅの中央のそれぞれから伸びている。つまり、回転子４０はロッド１５０に連結されている。ロッド１５０と第１端部４０Ｂ及び第２端部４０Ｃとは互いに同軸である。回転子４０はシリンダ１１０内に配置されている。

[0046] ロッド１５０は第１ロッドガイド１７１、及び第２ロッドガイド１７２のそれぞれに嵌め込まれたシールドベアリング６０を介して第１ロッドガイド１７１、及び第２ロッドガイド１７２に回転自在に連結されている。また、第１端部４０Ｂ及び第２端部４０Ｃのそれぞれは第３ロッドガイド１７３の第３貫通孔１７３Ａの第３付当て部１７３Ｂ、及び第４ロッドガイド１７４の第４貫通孔１７４Ａの第４付当て部１７４Ｂに回転自在に挿通されている。

[0047] また、第３ロッドガイド１７３の第３貫通孔１７３Ａの内側にはスラストベアリング（ｔｈｒｕｓｔ　ｂｅａｒｉｎｇ）８０が配置されており、第３付当て部１７３Ｂに挿通された第１端部４０Ｂの第２平面４０Ｅと第１ロッドガイド１７１の他方の面とでスラストベアリング８０が挟まれている。また、第４ロッドガイド１７４の第４貫通孔１７４Ａの内側にもスラストベアリング８０が配置されており、第４付当て部１７４Ｂに挿通された第２端部４０Ｃの第２平面４０Ｅと第２ロッドガイド１７２の一方の面とでスラストベアリング８０が挟まれている。これにより、ロッド１５０及び回転子４０は共にシリンダ１１０の中心軸回りに回転自在である。

[0048] 磁界生成部１２０は表面を絶縁膜で被覆した金属線を同軸に複数回巻いて、径方向に所定の幅を有し、円環状に束ねたものである。ダンパ１１はシリンダ１１０の外周面に４つの磁界生成部１２０がそれぞれの円環状の一端側をシリンダ１１０の外周面に沿うように配置されている。

[0049] こうして形成されたダンパ１１はシリンダ１１０の中心軸周りにロッド１５０及び回転子４０が回転する際、シリンダ１１０内に充填されたエラストマ粒子９０が流動する。このとき、シリンダ１１０の内周面とシリンダ１１０の内周面に当接するエラストマ粒子９０との間、隣接するエラストマ粒子９０同士の間、及び回転子４０の中央部４０Ａの表面と回転子４０の中央部４０Ａの表面に当接するエラストマ粒子９０との間に摩擦力が発生する。また、エラストマ粒子９０は回転する回転子４０の中央部４０Ａによって押し潰される。このとき、回転子４０の中央部４０Ａによって押し潰されたエラストマ粒子９０が発生する弾性反発力によって回転子４０の中央部４０Ａを押し返す。つまり、ダンパ１１はこうして生じる摩擦力や、弾性反発力に基づいて回転子４０が回転する方向と反対の方向に減衰力が発生する。

[0050] また、ダンパ１１の４つの磁界生成部１２０から引き出された金属線に所定の大きさの電流を流すと磁界生成部１２０の周囲に磁界が生成される。このとき、シリンダ１１０内には磁界生成部１２０で生成された磁界によって、磁界が生成されている。これにより、シリンダ１１０内に充填されたエラストマ粒子９０は互いの結合力がより強まる。これによりエラストマ粒子９０間の摩擦力が大きくなるため、これに従いダンパ１１の減衰力が大きくなる。

[0051] このように、ダンパ１１は、ロッド１５０及び回転子４０がシリンダ１１０の中心軸周りに回転する際、シリンダ１１０内に充填された永久磁石の特性及び弾性を有する複数のエラストマ粒子９０が弾性変形する。この際に生じるエラストマ粒子９０同士の摩擦力や、エラストマ粒子９０の弾性反発力によって、ダンパ１１は減衰力を発生する。また、エラストマ粒子９０が弾性を有しているため、隣り合うエラストマ粒子９０同士が互いに弾性変形す

ることによって、エラストマ粒子９０同士が焼きつき難い。

また、磁界生成部１２０によってシリンダ１１０内に生成される磁界、及び各エラストマ粒子９０が有する永久磁石の特性によって複数のエラストマ粒子９０同士の結合力が強まる。これにより複数のエラストマ粒子９０同士の摩擦力がより大きくなるため、これに従いダンパ１１の減衰力もより大きくなる。

[0052] したがって、本発明のダンパ１１も良好に減衰力を発生し、且つこの減衰力を容易に調節することができる。

[0053] また、ダンパ１１はシリンダ１１０内に配置され、シリンダ１１０の中心軸周りに回転自在なロッド１５０に連結され、ロッド１５０と共にシリンダ１１０内で回転する回転子４０を備えている。このため、ロッド１５０と回転子４０とがシリンダ１１０の中心軸周りに回転する際、シリンダ１１０内に充填されたエラストマ粒子９０が弾性変形する。この際に生じるエラストマ粒子９０同士の摩擦力や、エラストマ粒子９０の弾性反発力によって、このダンパ１１はロッド１５０と回転子４０とが回転する方向と反対の方向に減衰力を発生することができる。

[0054] ＜実施形態３＞

実施形態３のダンパ２１は、図１１（Ａ）に示すように、ピストン２３０に永久磁石である磁石４５が設けられている点が実施形態１、２と相違する。他の構成は実施形態１と同一であり、同一の構成は同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0055] 実施形態３のダンパ２１は、ピストン２３０内に磁石４５が設けられている。磁石４５は永久磁石の特性を有しており、例えば、円柱状をなして形成されており、中心軸がロッド５０及びピストン２３０の中心軸に同軸にピストン２３０内に配置されている。また、磁石４５は、例えば、円柱状の一端側がＮ極、他端側がＳ極になるように着磁されている。つまり、ピストン２３０は永久磁石の特性を有している。

[0056] こうして形成されたダンパ２１はシリンダ１０の中心軸方向にピストン２

３０が往復移動する際、エラストマ粒子９０がピストン２３０の外周面とシリンダ１０の内周面との間の所定の隙間を通過して移動する。このとき、シリンダ１０の内周面とシリンダ１０の内周面に当接するエラストマ粒子９０との間、隣接するエラストマ粒子９０同士の間、及びロッド５０及びピストン２３０の外周面とロッド５０及びピストン２３０の外周面に当接するエラストマ粒子９０との間に摩擦力が発生する。また、ピストン２３０が移動する側に位置するエラストマ粒子９０がピストン２３０によって押し潰される。このとき、ピストン２３０によって押し潰されたエラストマ粒子９０が発生する弾性反発力によってピストン２３０を押し返す。つまり、ダンパ２１はこうして生じる摩擦力や、弾性反発力に基づいて減衰力が発生する。

[0057] また、ピストン２３０内に配置された磁石４５によって、エラストマ粒子９０が、ピストン２３０に引き寄せられる。これにより、ダンパ２１は、ピストン２３０の外周面とピストン２３０の外周面に当接するエラストマ粒子９０との間に発生する摩擦力がより大きくなる。このため、ダンパ２１はより大きな減衰力を発生することができる。

[0058] このように、ダンパ２１は、ロッド５０及びピストン２３０がシリンダ１０の中心軸方向に往復移動する際、シリンダ１０内に充填された永久磁石の特性及び弾性を有する複数のエラストマ粒子９０が弾性変形する。この際に生じるエラストマ粒子９０同士の摩擦力や、エラストマ粒子９０の弾性反発力によって、ダンパ２１は減衰力を発生する。

また、磁界生成部２０によってシリンダ１０内に生成される磁界、及び各エラストマ粒子９０が有する永久磁石の特性によって、複数のエラストマ粒子９０同士の結合力が強まる。これにより複数のエラストマ粒子９０同士の摩擦力がより大きくなるため、これに従いダンパ２１の減衰力もより大きくなる。

[0059] したがって、本発明のダンパ２１も良好に減衰力を発生し、且つこの減衰力を容易に調節することができる。

[0060] また、ダンパ２１のピストン２３０は、永久磁石の特性を有している。こ

のため、ダンパ２１は永久磁石の特性を有したピストン２３０とピストン２３０の表面に当接するエラストマ粒子９０との摩擦力がより大きくなるため、ダンパ２１の減衰力をより大きくすることができる。

[0061] ＜実施形態４＞

実施形態４のダンパ３１は、図１１（Ｂ）に示すように、回転子２４０に永久磁石である磁石１４５が設けられている点が実施形態１～３と相違する。他の構成は実施形態２と同一であり、同一の構成は同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0062] 実施形態４のダンパ３１は、回転子２４０内に磁石１４５が設けられている。磁石１４５は永久磁石の特性を有しており、例えば、円柱状をなして形成されており、中心軸がロッド１５０及び回転子２４０の中心軸に同軸に回転子２４０内に配置されている。また、磁石１４５は、例えば、円柱状の一端側がＮ極、他端側がＳ極になるように着磁されている。つまり、回転子２４０は永久磁石の特性を有している。

[0063] こうして形成されたダンパ３１はシリンダ１１０の中心軸周りにロッド１５０及び回転子２４０が回転する際、シリンダ１１０内に充填されたエラストマ粒子９０が流動する。このとき、シリンダ１１０の内周面とシリンダ１１０の内周面に当接するエラストマ粒子９０との間、隣接するエラストマ粒子９０同士の間、及び回転子２４０の中央部２４０Ａの表面と回転子２４０の中央部２４０Ａの表面に当接するエラストマ粒子９０との間に摩擦力が発生する。また、エラストマ粒子９０は回転する回転子２４０の中央部２４０Ａによって押し潰される。このとき、回転子２４０の中央部２４０Ａによって押し潰されたエラストマ粒子９０が発生する弾性反発力によって回転子２４０の中央部２４０Ａを押し返す。つまり、ダンパ３１はこうして生じる摩擦力や、弾性反発力に基づいて回転子２４０が回転する方向と反対の方向に減衰力が発生する。

[0064] また、回転子２４０内に配置された磁石１４５によって、エラストマ粒子９０が、回転子２４０の中央部２４０Ａに引き寄せられる。これにより、ダ

ンパ３１は、回転子２４０の中央部２４０Ａの表面と回転子２４０の中央部２４０Ａの表面に当接するエラストマ粒子９０との間に発生する摩擦力がより大きくなる。このため、ダンパ３１はより大きな減衰力を発生することができる。

[0065] このように、ダンパ３１は、ロッド１５０及び回転子２４０がシリンダ１１０の中心軸周りに回転する際、シリンダ１１０内に充填された永久磁石の特性及び弾性を有する複数のエラストマ粒子９０が弾性変形する。この際に生じるエラストマ粒子９０同士の摩擦力や、エラストマ粒子９０の弾性反発力によって、ダンパ３１は減衰力を発生する。また、エラストマ粒子９０が弾性を有しているため、隣り合うエラストマ粒子９０同士が互いに弾性変形することによって、エラストマ粒子９０同士が焼きつき難い。

また、磁界生成部１２０によってシリンダ１１０内に生成される磁界、及び各エラストマ粒子９０が有する永久磁石の特性によって、複数のエラストマ粒子９０同士の結合力が強まる。これにより複数のエラストマ粒子９０同士の摩擦力がより大きくなるため、これに従いダンパ３１の減衰力もより大きくなる。

[0066] したがって、本発明のダンパ３１も良好に減衰力を発生し、且つこの減衰力を容易に調節することができる。

[0067] また、ダンパ３１の回転子２４０は、永久磁石の特性を有している。このため、ダンパ３１は永久磁石の特性を有した回転子２４０と回転子２４０の表面に当接するエラストマ粒子９０との摩擦力がより大きくなるため、ダンパ３１の減衰力をより大きくすることができる。

[0068] 本発明は上記記述及び図面によって説明した実施形態１～４に限定されるものではなく、例えば次のような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれる。

（１）実施形態１～４では、磁界生成部がシリンダの外周面に設けられているが、例えば、磁界生成部をロッド及びピストン内に形成してもよい。具体的には、図１２（Ａ）に示すダンパ４１のように、円筒状をなした磁界生成

部２２０の中心軸が、ロッド２５０及びピストン１３０の中心軸に同軸になるようにピストン１３０内に設けられていてもよい。

また、図１２（Ｂ）に示すダンパ５１のように、円環状をなした複数の磁界生成部３２０が円環状の一端側を正方形状を形成する回転子１４０の中央部１４０Ａの四つの面のそれぞれの内側に、これら四つの面に沿うように取り付けられていてもよい。なお、図１２（Ａ）、（Ｂ）に例示したこれら磁界生成部２２０，３２０から引き出された金属線の両端は、片側のロッド２５０，３５０の内側を経由して、スリップリング等を介してダンパ４１，５１の外部から磁界生成部２２０，３２０に電流が流れる構成となっている（図示せず。）。

[0069] （２）実施形態１～４では、磁界生成部に電流を流すことによってダンパの減衰力の大きさを調節しているが、例えば、磁界生成部内を貫通するエラストマ粒子が有する磁力線の数が変化することによって、磁界生成部に誘導起電力が生じるため、磁界生成部を介してエラストマ粒子がシリンダ内を移動する際の運動エネルギーから電気エネルギーを取り出すこともできる。つまり、磁界生成部を発電機として用いることもできる。

（３）実施形態１～４では、磁界生成部をケースの外周面に設けているが、ケースの外周面とロッド及びピストン（回転子）内との両方に形成してよい。

そして、これら磁界生成部のいずれか一方に電流を流してダンパが発生する減衰力の大きさを調節し、他方を発電機として用いてもよい。

また、これら磁界生成部の両方に電流を流してダンパが発生する減衰力の大きさを調節してもよく、これら磁界生成部の両方を発電機として用いてもよい。

[0070] （４）実施形態１、３では、円筒状の磁界生成部が径方向に所定の幅を有しているが、円筒状の磁界生成部の径方向の幅を部分的に大きくしたり小さくしたりしてもよい。これにより、シリンダの中心軸方向で磁界の強さが異なる部分を複数種類形成することができる。これにより、シリンダの中心軸方

向の位置により、発生する減衰力の大きさを変化させることができる。

（５）実施形態１、３では、シリンダの外周面に１つの磁界生成部が配置されているが、複数の円筒状の磁界生成部を、それぞれの円筒状の内側をシリンダの外周面に沿うように、シリンダの中心軸方向に並べて配置してもよい。

そして、これら磁界生成部の全てに電流を流してダンパが発生する減衰力の大きさを調節してもよく、これら磁界生成部のいずれかに電流を流してダンパが発生する減衰力の大きさを調節し、他の磁界生成部を発電機として用いてもよい。

（６）実施形態１～４では、エラストマ粒子が硬度６０であるシリコーンゴム製の弾性体であったが、弾性変形するものであれば他の材料であってもよく、また、これら材料を複合的に用いてもよい。また、エラストマ粒子の硬度がおよそ４０～９０でもよい。

（７）実施形態１～４では、シリンダ内に充填する複数のエラストマ粒子の互いの大きさは一様であったが、複数種類の粒子径のエラストマ粒子をシリンダ内に充填してもよい。

[0071] （８）実施形態１～４では、エラストマ粒子にネオジム（Ｎｄ）の粒子が含有されているが、磁性を有する材料であれば他の材料を含有してもよい。また、これら材料を複合的に含有してもよい。

（９）実施形態１～４では、磁界生成部に金属線を同軸に複数回巻いて形成したものを用いているが、例えば、アクチュエータ（ａｃｔｕａｔｏｒ）等を用いてシリンダの外周面に配置した永久磁石をシリンダの外周面から自在に離したり近づけたりする構成であってもよい。

（１０）実施形態１、３では、ピストンの外周面とシリンダの内周面との間に隙間が形成されているが、ピストンの外周面とシリンダの内周面との間に隙間が形成されていなくてもよい。つまり、ピストンによってシリンダ内の空間が二つに区切られていてもよい。

（１１）実施形態１～４では、シリンダの開口端部のそれぞれからシリンダ

の外部にロッドが突出しているが、ピストン（回転子）の一方からロッドが突出して、ロッドがシリンダの一方の開口端部からシリンダの外部に突出していてもよい。

（１２）実施形態１～４では、磁界生成部は、磁界生成部の円筒状の内側がシリンダの外周面に沿うようにシリンダの外周面に配置されているが、例えば、複数の磁界生成部がそれぞれの円筒状の一端をシリンダの外周面に沿うように配置されていてもよい。

（１３）実施形態２、４では、正方形状を形成する四つの面の内の隣り合う二面の間には稜が形成されているが、これら稜は厳密な角に限らず、面取りを施したり、二つの面を連続するように曲面で形成したりしてもよい。

（１４）実施形態１～４では、それぞれにピストン、及び回転子が設けられているが、ピストン、及び回転子を設けず、ロッドのみとする構成でもよい。

符号の説明

[0072] １０，１１０…シリンダ（ケース）、２０，１２０，２２０，３２０…磁界生成部、３０，１３０，２３０…ピストン、５０，１５０，２５０、３５０…ロッド、４０，１４０，２４０…回転子、９０…エラストマ粒子（粒子）

請求の範囲

[請求項1] ケースと、

前記ケースから外部に突出し、軸方向に往復移動自在又は軸周りに回転自在なロッドと、

前記ケース内に充填され、永久磁石の特性及び弾性を有する複数の粒子と、

前記ケース内に磁界を生成する磁界生成部と、

を備えていることを特徴とするダンパ。

[請求項2] 前記磁界生成部は前記ケース内に生成する磁界の強さを変更自在であることを特徴とする請求項１に記載のダンパ。

[請求項3] 前記ケース内に配置され、軸方向に往復移動自在な前記ロッドに連結され、前記ロッドと共にケース内を往復移動するピストンを備えていることを特徴とする請求項１に記載のダンパ。

[請求項4] 前記ケース内に配置され、軸周りに回転自在な前記ロッドに連結され、前記ロッドと共にケース内を回転する回転子を備えていることを特徴とする請求項１に記載のダンパ。

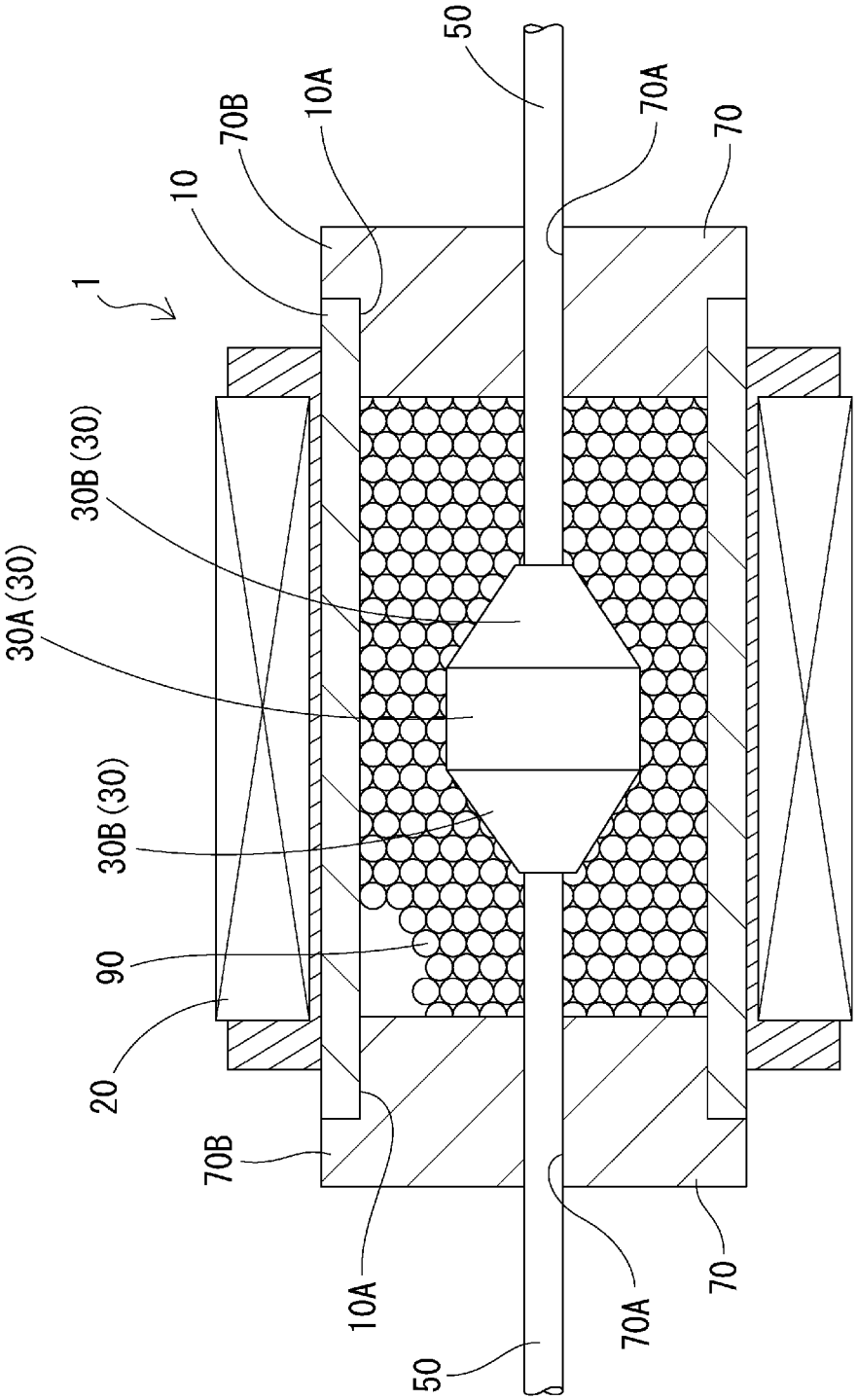
[請求項5] 前記ピストンは、永久磁石の特性を有していることを特徴とする請求項３に記載のダンパ。

[請求項6] 前記回転子は、永久磁石の特性を有していることを特徴とする請求項４に記載のダンパ。

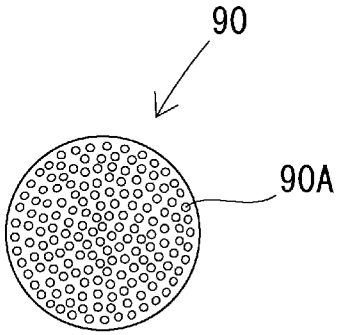
[請求項7] 前記ケース内に配置され、軸方向に往復移動自在な前記ロッドに連結され、前記ロッドと共にケース内を往復移動するピストンを備えていることを特徴とする請求項２に記載のダンパ。

[請求項8] 前記ケース内に配置され、軸周りに回転自在な前記ロッドに連結され、前記ロッドと共にケース内を回転する回転子を備えていることを特徴とする請求項２に記載のダンパ。

[図1]

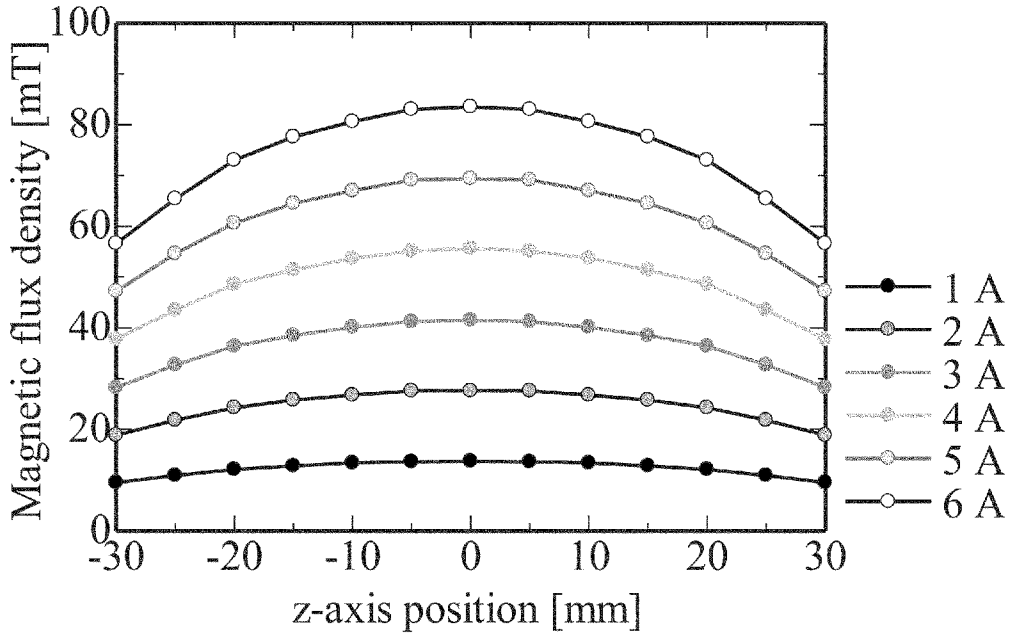

50
70A
70
70B
10A
10
1
30B (30)
30A (30)
30B (30)
90
20
70B
10A
70A
70
50

[図2]

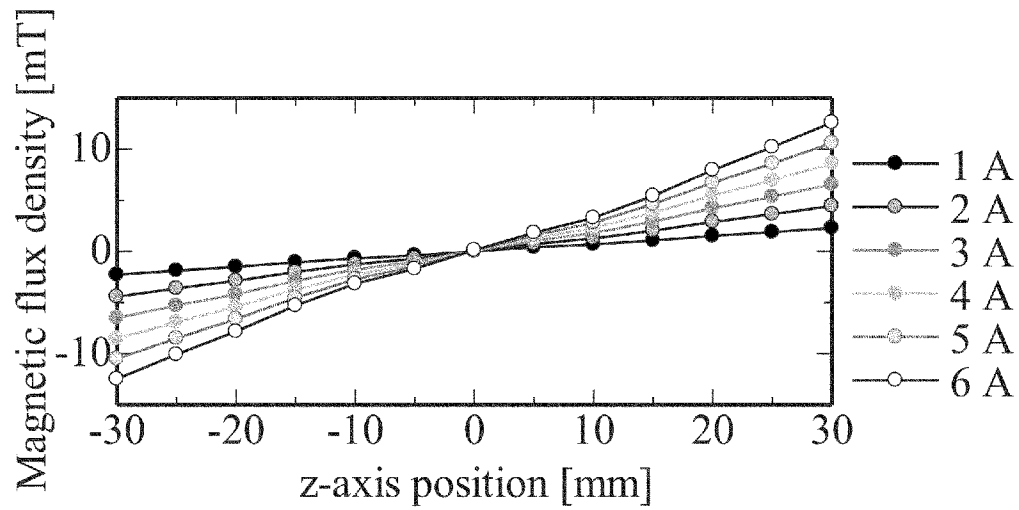

90
90A

[図3]

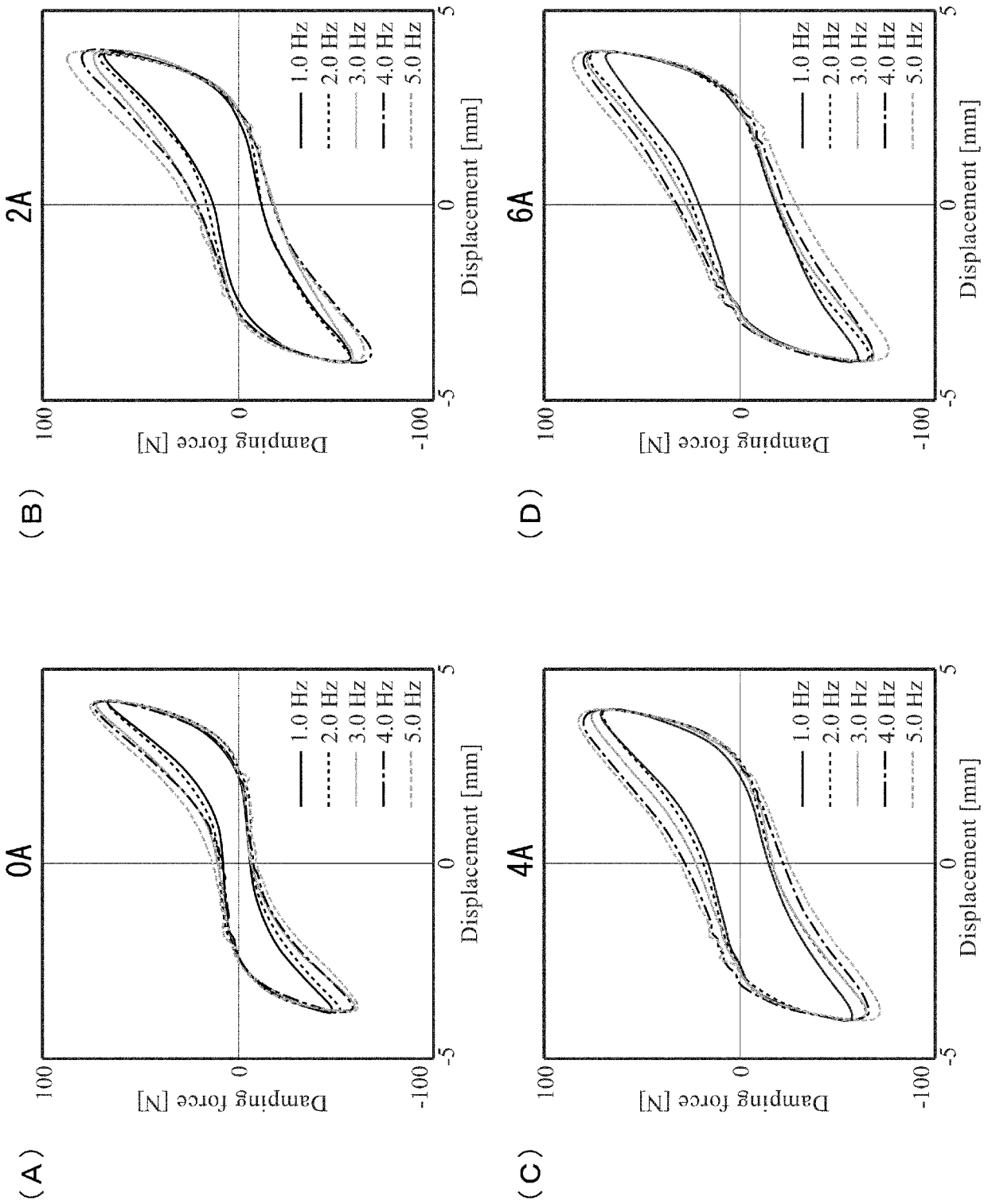
(A)


Magnetic flux density [mT]
100
80
60
40
20
0
-30
-20
-10
0
10
20
30
z-axis position [mm]
1 A
2 A
3 A
4 A
5 A
6 A

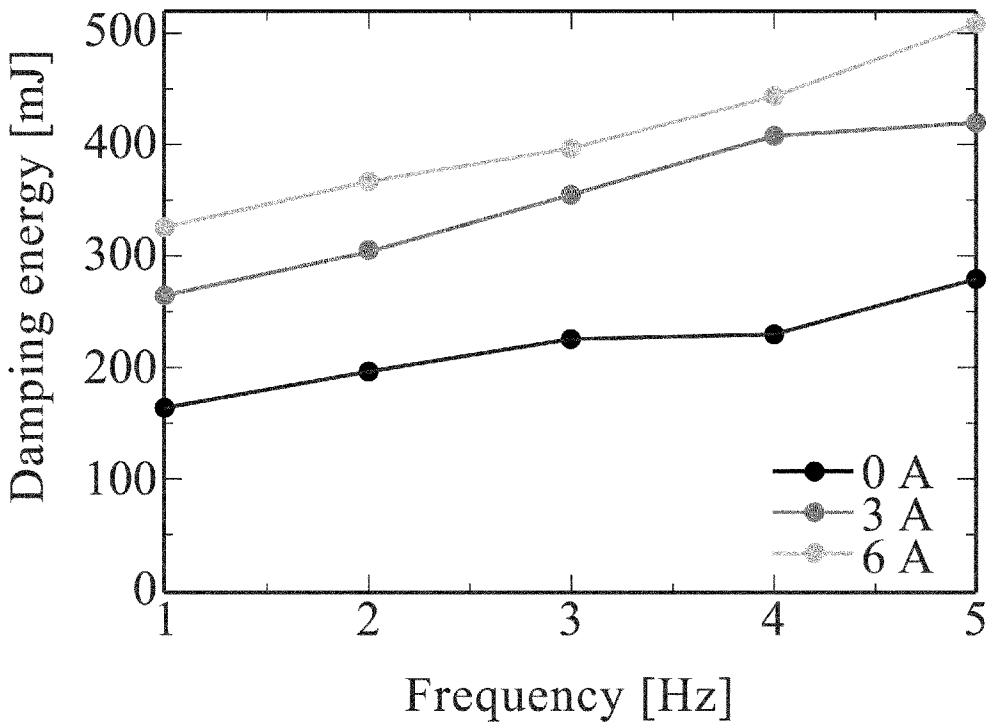
(B)


Magnetic flux density [mT]
10
0
-10
-30
-20
-10
0
10
20
30
z-axis position [mm]
1 A
2 A
3 A
4 A
5 A
6 A

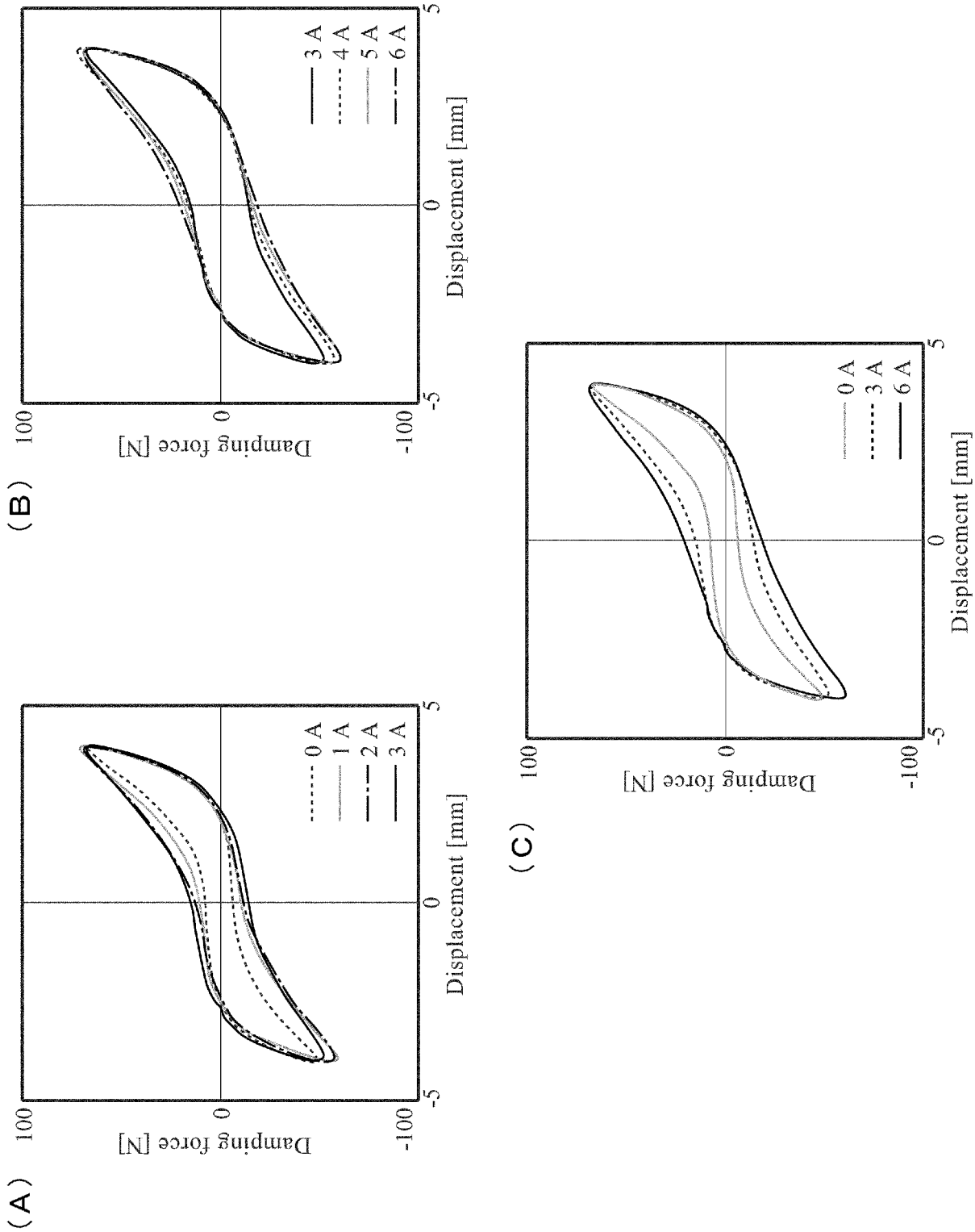
[図4]


0A
2A
4A
6A
(A)
(B)
(C)
(D)
Damping force [N]
Displacement [mm]
100
0
-100
5
0
-5
1.0 Hz
2.0 Hz
3.0 Hz
4.0 Hz
5.0 Hz

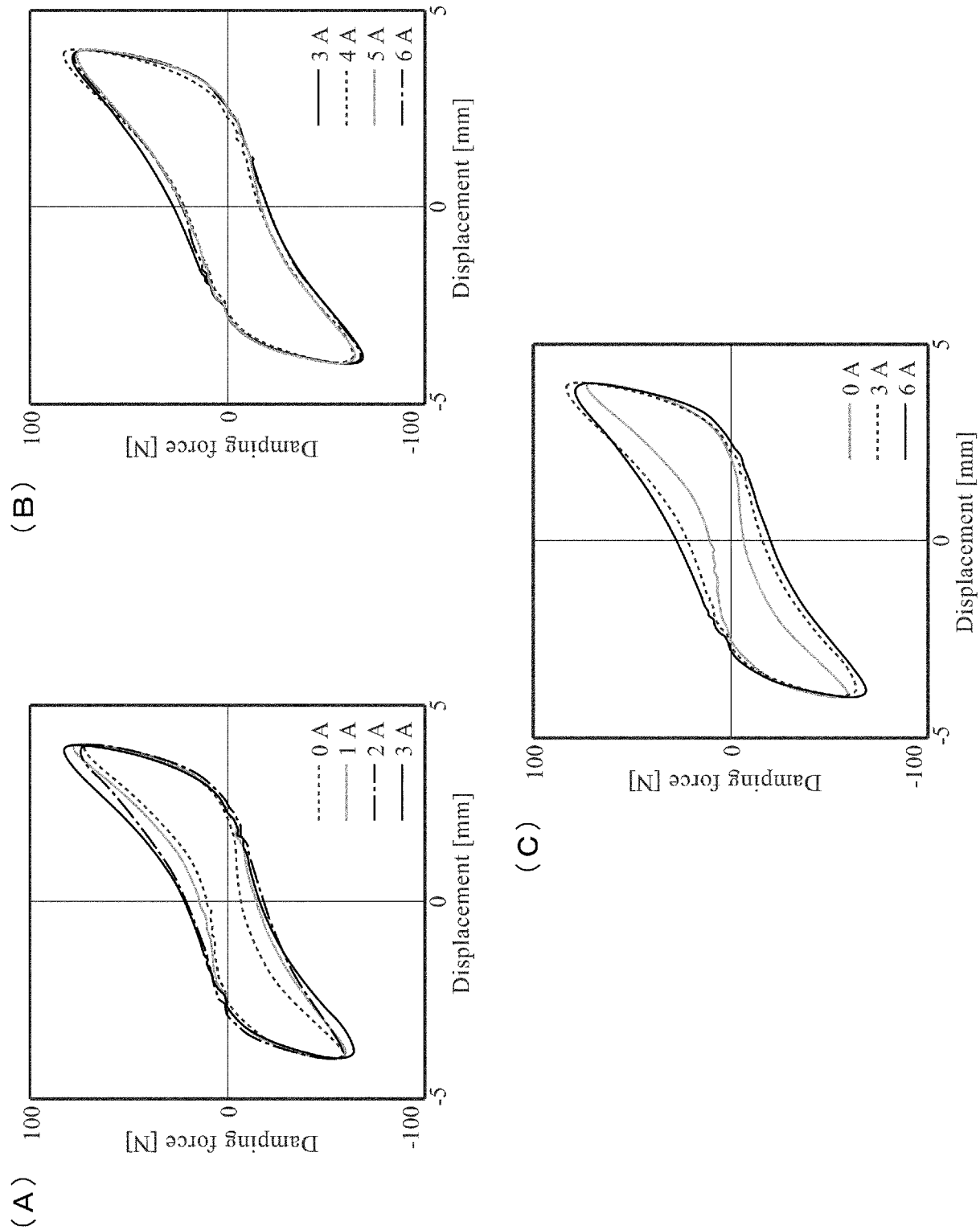
[図5]


Damping energy [mJ]
500
400
300
200
100
0
1
2
3
4
5
Frequency [Hz]
0 A
3 A
6 A

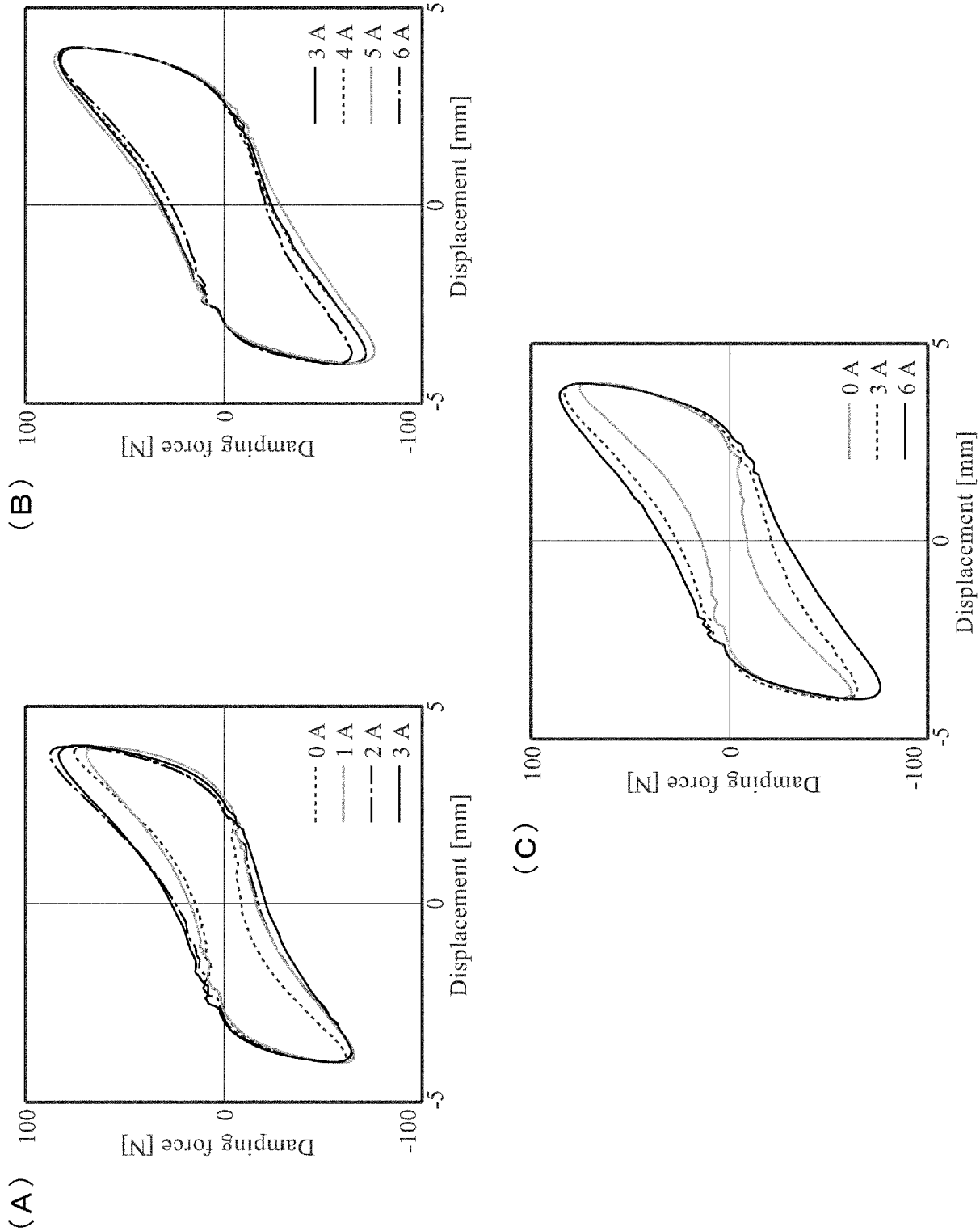
[図6]


(A)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
0 A
1 A
2 A
3 A
(B)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
3 A
4 A
5 A
6 A
(C)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
0 A
3 A
6 A

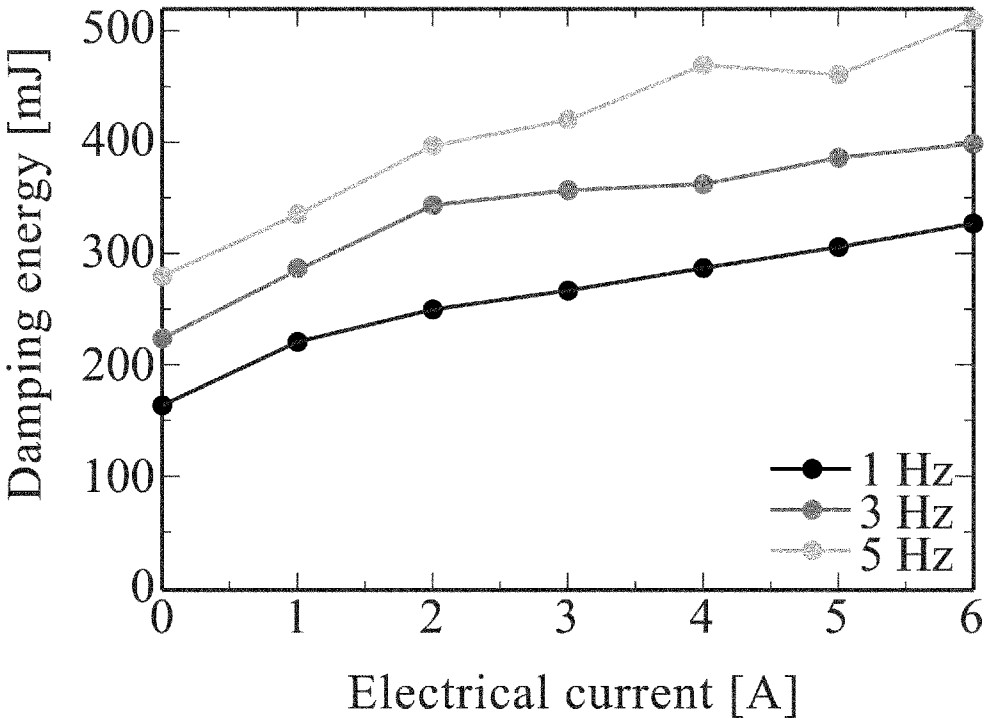
[図7]


(A)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
0 A
1 A
2 A
3 A
(B)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
3 A
4 A
5 A
6 A
(C)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
0 A
3 A
6 A

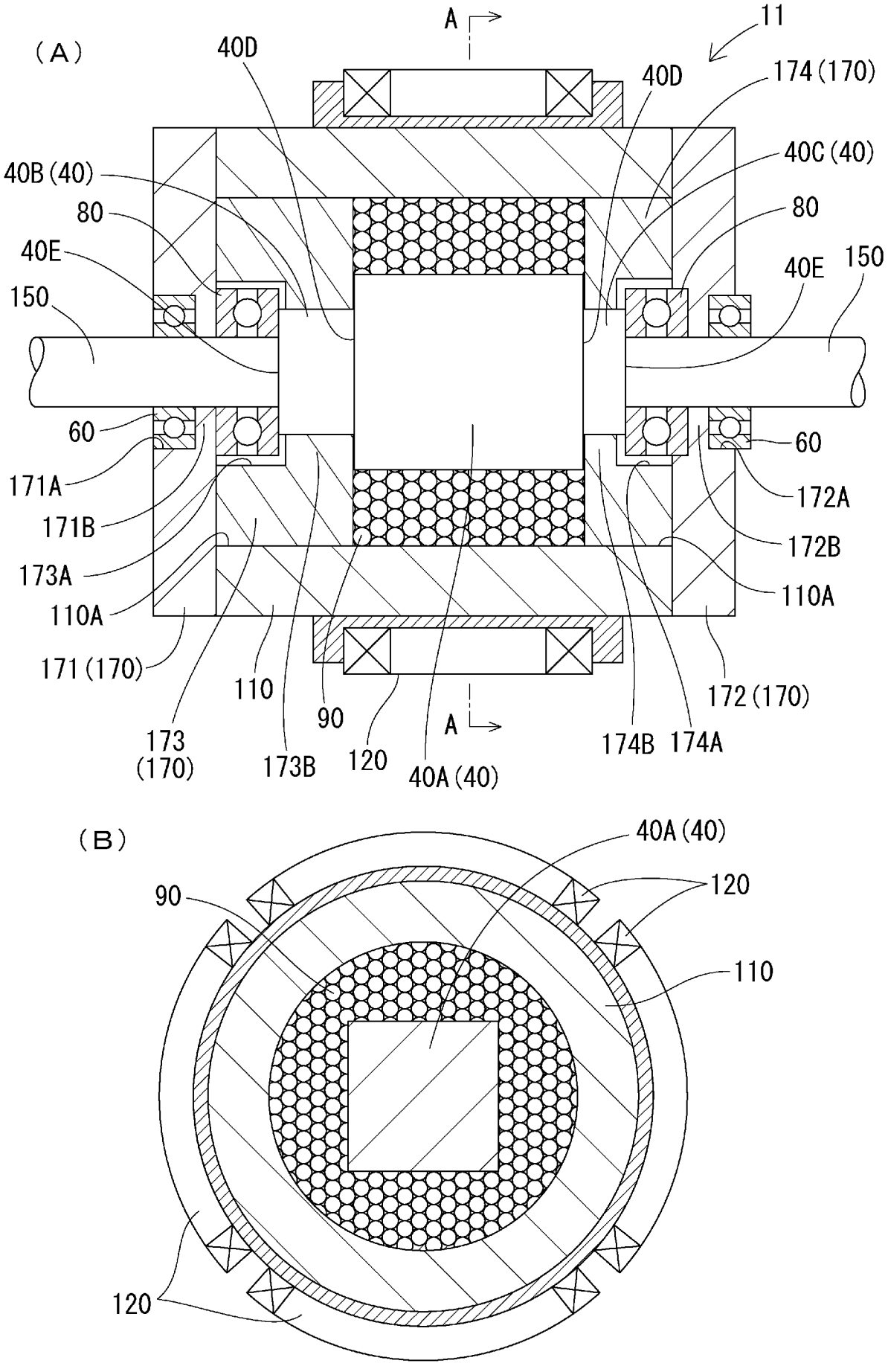
[図8]


(A)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
0 A
1 A
2 A
3 A
(B)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
3 A
4 A
5 A
6 A
(C)
Damping force [N]
100
0
-100
-5
0
5
Displacement [mm]
0 A
3 A
6 A

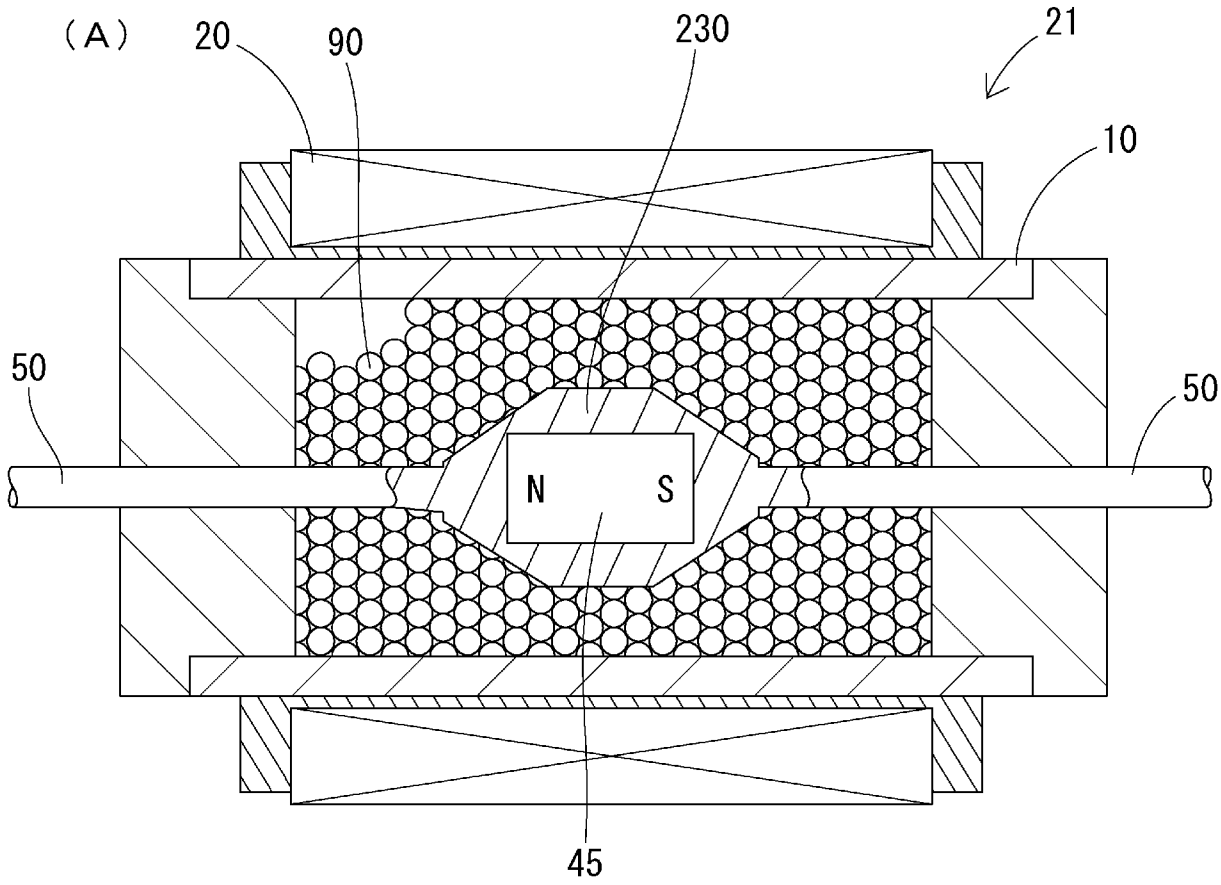
[図9]

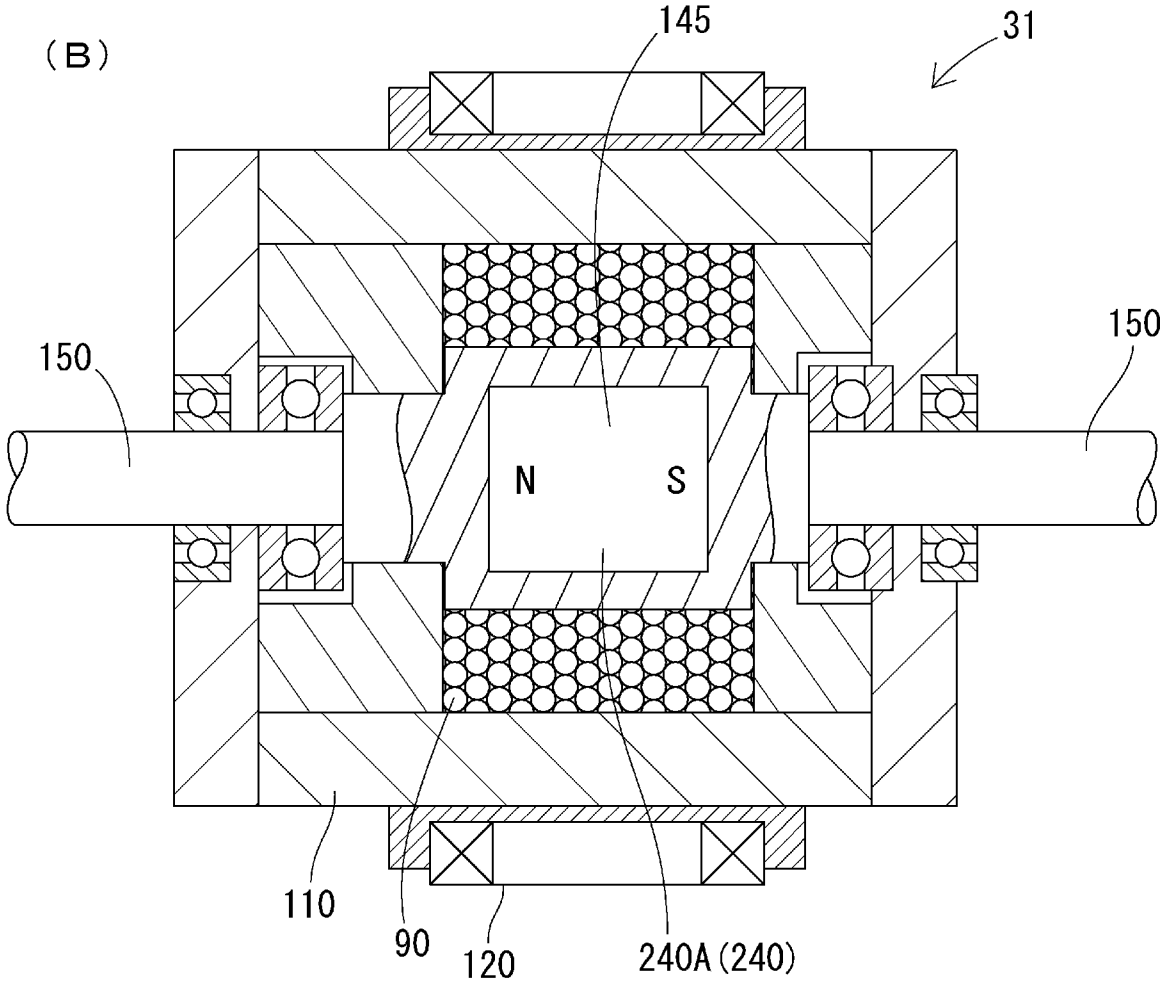

Damping energy [mJ]
500
400
300
200
100
0
0
1
2
3
4
5
6
Electrical current [A]
1 Hz
3 Hz
5 Hz

[図10]

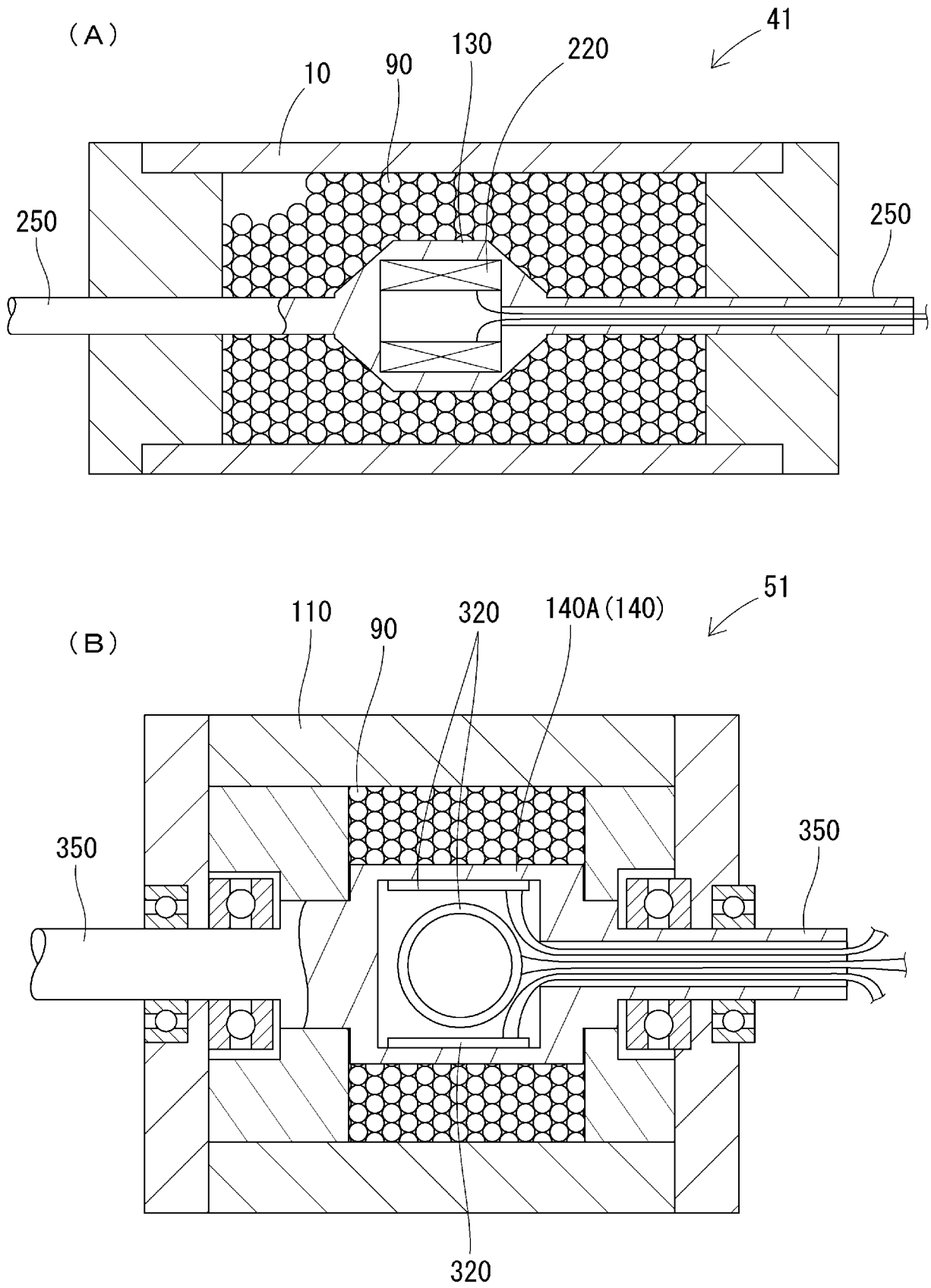

（A）
A
11
40D
40D
174 (170)
40C (40)
40B (40)
80
80
40E
40E
150
150
60
60
171A
172A
171B
172B
173A
110A
110A
171 (170)
172 (170)
110
90
173 (170)
173B
120
40A (40)
A
174B
174A
（B）
40A (40)
90
120
110
120

[図11]





[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/025673

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16F15/02(2006.01)i, *F16F15/03*(2006.01)i, *F16F15/04*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16F15/02, F16F15/03, F16F15/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-21648 A (Nagoya Institute of Technology), 03 February 2011 (03.02.2011), paragraphs [0014], [0021] to [0022]; fig. 3 (Family: none)	1-8
Y	JP 2000-120777 A (Kanefusa Corp.), 25 April 2000 (25.04.2000), paragraphs [0004], [0021] (Family: none)	1-8
Y	JP 2000-213595 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 02 August 2000 (02.08.2000), paragraphs [0011] to [0012], [0020] to [0021]; fig. 5 (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 October 2017 (02.10.17)	17 October 2017 (17.10.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/025673

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5457918 B2 (Kobe Steel, Ltd.), 02 April 2014 (02.04.2014), paragraph [0025] & US 2012/0024645 A1 paragraph [0047] & WO 2010/117067 A1	1-8
Y	JP 1-203730 A (NEC Corp.), 16 August 1989 (16.08.1989), page 2, upper right column, lines 7 to 15; fig. 1 (Family: none)	5-6
A	JP 2006-29348 A (Bridgestone Corp.), 02 February 2006 (02.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 8-219377 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 August 1996 (30.08.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2015-222098 A (Nagoya Institute of Technology), 10 December 2015 (10.12.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０２５６７３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16F15/02(2006.01)i, F16F15/03(2006.01)i, F16F15/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16F15/02, F16F15/03, F16F15/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2011-21648 A (国立大学法人　名古屋工業大学) 2011.02.03, [0014],[0021]-[0022],図３（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2000-120777 A (兼房株式会社) 2000.04.25, [0004],[0021]（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2000-213595 A (松下電工株式会社) 2000.08.02, [0011]-[0012],[0020]-[0021],図５（ファミリーなし）	1-8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０２．１０．２０１７	１７．１０．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｗ　３８６２
保田　亨介
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６７

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 5457918 B2（株式会社神戸製鋼所）2014.04.02, [0025] & US 2012/0024645 A1 [0047] & WO 2010/117067 A1	1-8
Y	JP 1-203730 A（日本電気株式会社）1989.08.16, 第２ページ右上欄第7-15行,図１（ファミリーなし）	5-6
A	JP 2006-29348 A（株式会社ブリヂストン）2006.02.02, 全文,全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 8-219377 A（三菱重工業株式会社）1996.08.30, 全文,全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2015-222098 A（国立大学法人　名古屋工業大学）2015.12.10, 全文,全図（ファミリーなし）	1-8